

DIN 19664

ICS 93.160

Ersatz für
die 2021-04 zurückgezogene
Norm
DIN 19661-2:2000-09

Sohlenbauwerke im Wasserbau

River bottom structures in hydraulic engineering

Rampes hydraulique dans structures hydrauliques

Gesamtumfang 39 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Grundsätze der Planung	8
4.1 Prüfung Erfordernis Sohlenbauwerk	8
4.2 Planerische Randbedingungen	9
5 Hydraulische Bemessung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Ermittlung des zulässigen Sohlengefälles der Gewässerplanungsstrecke	11
5.2.1 Ermittlung der maßgeblichen Bemessungsgrößen	11
5.2.2 Hydraulik auf der Gewässerplanungsstrecke	11
5.3 Hydraulik von Rampen	12
5.3.1 Allgemeines	12
5.3.2 Hydraulische Berechnung von Rauhen Rampen	12
5.3.3 Hydraulische Berechnung von Störsteinrampen	12
5.3.4 Hydraulische Berechnung für Beckenrampen	14
6 Konstruktive Bemessung von Rampen	16
6.1 Ablauf der Nachweisführung	16
6.2 Bemessung des Einzelelements	17
6.3 Bemessung der Deckwerksstabilität	18
6.3.1 Setz- und Schüttsteinbauweise	18
6.3.2 Störsteinrampe	20
6.3.3 Beckenrampe	20
6.4 Bemessung des Rampenunterbaus	21
6.5 Bemessung der Rampenkronen	21
6.6 Bemessung des Tosbeckens	22
6.7 Bemessung gegen Gleiten	23
7 Konstruktion und bauliche Umsetzung	23
7.1 Lage des Bauwerks im Gewässer	23
7.2 Tragwerksplanung	23
7.3 Böschungs- und Sohlensicherung	24
7.4 Anbindung	24
7.4.1 Einlauf- und Auslaufbereich	24
7.4.2 Flügelwände	24
7.4.3 Anbindung an Bauwerke	24
7.5 Baustoffe	24
7.6 Spezielle konstruktive Anforderungen an Rampen	25
7.6.1 Grundsätzliches	25
7.6.2 Einlaufbereich mit Vorboden und Bauwerkskronen	25
7.6.3 Rampenboden	25
7.6.4 Tosbecken	25
7.6.5 Nachbettsicherung	26
7.6.6 Unterbau	26
7.6.7 Anschlussbereiche an die Ufer	26
7.7 Spezielle Anforderungen an Schwellen	26
7.7.1 Allgemeines	26
7.7.2 Querschnitt des Bauwerks	27
7.7.3 Abstände und Auslaufbereich	27
7.8 Bauausführung	27
8 Instandhaltung	27

8.1	Grundsätze	27
8.2	Inspektion	28
8.3	Wartung und Unterhaltung	28
8.4	Instandsetzung	28
Anhang A (informativ) Prüfung der Erfordernis eines Sohlenbauwerks		29
Anhang B (normativ) Ergänzende Informationen zu Abschnitt 5		30
B.1	Sohlengefälle nach rechnerischen Verfahren bei statischem morphodynamischem Gleichgewicht	30
B.1.1	Allgemeines	30
B.1.2	Grenzschleppspannung	30
B.1.3	Zulässiges Sohlengefälle	30
B.2	Raue Rampe	33
B.2.1	Abflusszustände	33
B.2.2	Abflussvorgang am Einlauf	34
B.2.3	Hydraulische Berechnungsansätze	34
B.3	Abflussvorgänge bei Schwellen	36
B.3.1	Sohlenschwellen	36
B.3.2	Grundschwellen	36
Literaturhinweise		38

Bilder

Bild 1	— Arten von Sohlenbauwerken [QUELLE: DIN 4047-5:1989-03, Bild 3, modifiziert — „Absturz“, „Absturztreppe“ und „Stützwehr“ entfernt, „Sohlenrampe“ und „Sohlengleite“ als „Rampe“ zusammengefasst]	6
Bild 2	— Rampe mit Bauelementen (Beispiele)	7
Bild 3	— Ablaufschema für die Erfordernisprüfung eines Sohlenbauwerks	9
Bild 4	— Einteilung von Rampen in hydraulische Bauformen	12
Bild 5	— Definitionen bei Störsteinrampen (aus DWA-M 509, verändert)	13
Bild 6	— Definitionen bei Beckenrampen (aus Oertel 2012, verändert nach DVWK 1996)	15
Bild 7	— Geometrische Größen für die Tosbecken-Bemessung	22
Bild B.1	— Grenzschleppspannung für nicht bindiges Sohlenmaterial	32
Bild B.2	— Grenzschleppspannung für bindiges Sohlenmaterial	32
Bild B.3	— Strömungsverhältnisse auf einer Rauen Rampe (nach Gebler 1991, verändert)	33
Bild B.4	— Wasserspiegelverlauf bei einer Grundschwelle (siehe Gleichung B.17)	37

Tabellen

Tabelle B.1	— Grenzschleppspannungen τ_0	31
-------------	---	----

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 119-02-18 AA „Sohlenbauwerke“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Wegen einer Neuausrichtung des Anwendungsbereichs dieses überarbeiteten Dokumentes wurde die neue Normnummer DIN 19664 vergeben. Die Vorgängernorm könnte für Bestandsbauwerke herangezogen werden, auch wenn sie vom DIN formal zurückgezogen wurde.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber der 2021-04 zurückgezogenen Norm DIN 19661-2:2000-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Dokumentennummer wurde geändert;
- b) die Norm wurde insgesamt überarbeitet, Fehler wurden korrigiert und Festlegungen aktualisiert;
- c) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V 19661-2: 1991-08
DIN 19661-2: 2000-09, 1978-04

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für Planung, Bemessung, Bauausführung, Betrieb und Instandhaltung von Sohlenbauwerken wie

- Sohlenstufen (Raue Rampen, Störsteinrampen, Beckenrampen) und
- Schwellen (Sohlenschwellen und Grundswellen)

des Wasserbaus.

Es sei darauf hingewiesen, dass bei Anwendung dieses Dokuments auf bestehende Sohlenbauwerke die am jeweiligen Sohlenbauwerk bereits vorliegenden Erkenntnisse und Erfahrungen auf angemessene Weise zu berücksichtigen sind.

ANMERKUNG 1 Aus Gründen der erforderlichen ökologischen Durchgängigkeit kommen Absturzbauwerke sowie Stützwälle kaum mehr zur Anwendung. Für eine Bemessung/Nachweisführung von Absturzbauwerken bzw. Stützwällen siehe z. B. Naudascher, E. (1992).

ANMERKUNG 2 Bauwerke für die Wildbachverbauung sind in DIN 19663 zu finden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 19639, *Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben*

DIN 19657, *Sicherungen von Gewässern, Deichen und Küstendünen*

DIN EN 13383-1, *Wasserbausteine — Teil 1: Anforderungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

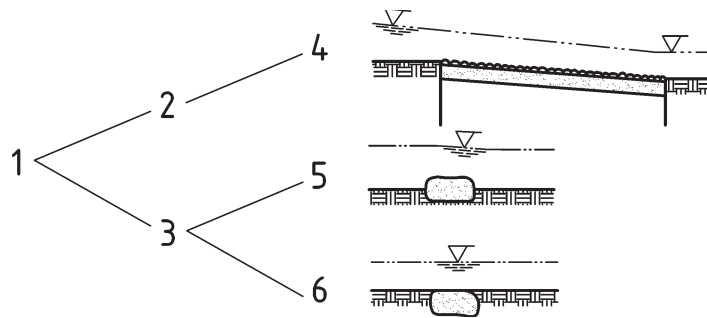
- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Sohlenbauwerk

Bauwerk zum Verhindern der Sohlenerosion, das quer zur Fließrichtung des Gewässers angeordnet ist, siehe Bild 1

[QUELLE: DIN 4047-5:1989-03, 5.9, modifiziert – „über die ganze Breite“ entfernt]



Legende

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1 Sohlenbauwerk | 4 Rampe |
| 2 Sohlenstufe | 5 Grundschwelle |
| 3 Schwelle | 6 Sohlenschwelle |

Bild 1 — Arten von Sohlenbauwerken [QUELLE: DIN 4047-5:1989-03, Bild 3, modifiziert — „Absturz“, „Absturztreppe“ und „Stützwehr“ entfernt, „Sohlenrampe“ und „Sohlengleite“ als „Rampe“ zusammengefasst]

3.2

Sohlenstufe

Sohlenbauwerk, mit dem ein Höhenunterschied in der Sohle eines Gewässers überwunden wird

[QUELLE: DIN 4047-5:1989-03, 5.10]

3.3

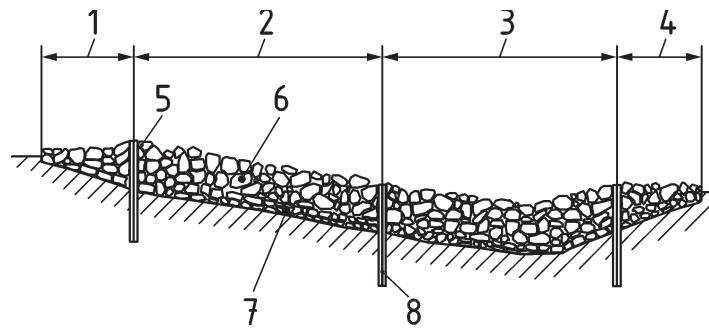
Rampe

Sohlenstufe mit rauer Oberfläche und einem höheren Gefälle als im örtlichen Gewässerabschnitt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ausgewählte Bauelemente einer Rampe sind beispielhaft Bild 2 zu entnehmen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Deckschicht kann in Schüttstein- oder auch Setzsteinbauweise ausgeführt werden. Es sind auch Kombinationen möglich.

Anmerkung 3 zum Begriff: Rampen werden weiter nach ihrem Bautyp in Raue Rampen, Störsteinrampen und Beckenrampen unterschieden. Die Ausführung als sogenannte Stützrampe mit gegenüber der Gewässersohle angehobener Rampenkrone ist möglich.



Legende

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| 1 Vorboden | 5 Rampenkronen |
| 2 Rampenboden | 6 Deckschicht |
| 3 Tosbecken | 7 Filterschicht (Unterbau) |
| 4 Nachbettsicherung | 8 Querriegel (nach Erfordernis) |

ANMERKUNG Nr. 6 und Nr. 7 stellen das Deckwerk dar.

Bild 2 — Rampe mit Bauelementen (Beispiele)

3.4

Raue Rampe

Rampe ohne Einbauten in Form von Störsteinen oder Riegeln

Anmerkung 1 zum Begriff: Raue Rampen werden auch als Schüttsteinrampe, Setzsteinrampe oder Blocksteinrampe bezeichnet.

3.5

Störsteinrampe

Rampe mit Einbauten in Form einzelner Störsteine

3.6

Beckenrampe

Rampe mit einer Beckenstruktur

Anmerkung 1 zum Begriff: Beckenrampen werden auch als Riegelrampe oder strukturierte Rampe bezeichnet.

3.7

Schwelle

Sohlenbauwerk, das die Gewässersohle festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Schwellen verhindern die Erosion örtlich ohne Veränderung des vorhandenen Sohlengefälles. Eintiefungen im Bereich der Schwellen sind jedoch oft unvermeidbar.

3.8

Grundschwelle

Schwelle, die nur wenig über die Sohle hinausragt

Anmerkung 1 zum Begriff: Grundschwellen sind nur dann zweckmäßig, wenn das morphologische Gleichgewicht der unbefestigten Sohle nur wenig überschritten wird, oder wenn sie zur Niedrigwasseraufhöhung dienen.

3.9

Sohlenschwelle

Schwelle, die mit der Sohle bündig abschließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Tritt Erosion auf, können Sohlenschwellen über diese hinausragen und so den Grundschwellen gleichen.

3.10

Schüttsteinbauweise

Schüttsteinlagen aus Wasserbausteinen, die auf einem vorbereiteten Planum ausgeführt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Deckschicht wird zur Erzielung eines stabilen Steingerüsts mit einer Mindestschichtdicke ausgeführt.

3.11

Setzsteinbauweise

Natursteine von etwa gleicher, im Mittel vorgeschriebener Höhe, die auf einem vorbereiteten Planum gesetzt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Bauweise wird auch als Setzpackbauweise oder geschichtete Bauweise bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Regel werden die Steine hochkant, mit der größeren Fläche nach unten gesetzt.

4 Grundsätze der Planung

4.1 Prüfung Erfordernis Sohlenbauwerk

Sohlenbauwerke dienen vorrangig der Sohlenstützung und verhindern Erosion der Sohle. Sohlenbauwerke sind unter hydromorphologischen Gründen nur dann erforderlich, wenn das Sohlengefälle I_{Sohle} ohne Sohlenbauwerk größer als das lokal charakteristische und typkonforme Sohlengefälle ist, siehe Bild 3.

Daher ist bei der Planung an und für Sohlenbauwerke – vorbehaltlich anderer Gründe für deren Notwendigkeit oder Erhalt (z. B. Wasserkraftnutzung, Denkmalschutz) – zunächst eine Überprüfung hinsichtlich der grundsätzlichen hydromorphologischen Erfordernisse durchzuführen.

Die Entscheidungsfindung muss dabei auf gewässertypologischen Grundlagen beruhen und die Zielgröße für die Auslegung der Fließstrecken sollte ein gewässertypkonformes Sohlengefälle sein.

Bei gestörtem Geschiebehaushalt ist bedarfsweise eine Anpassung der Gefälleverhältnisse erforderlich (bei Geschiebedefizit i. d. R. Reduzierung des Gefälles).

ANMERKUNG Anhang A liefert weitere Hinweise zur Prüfung der Erfordernis eines Sohlenbauwerks.

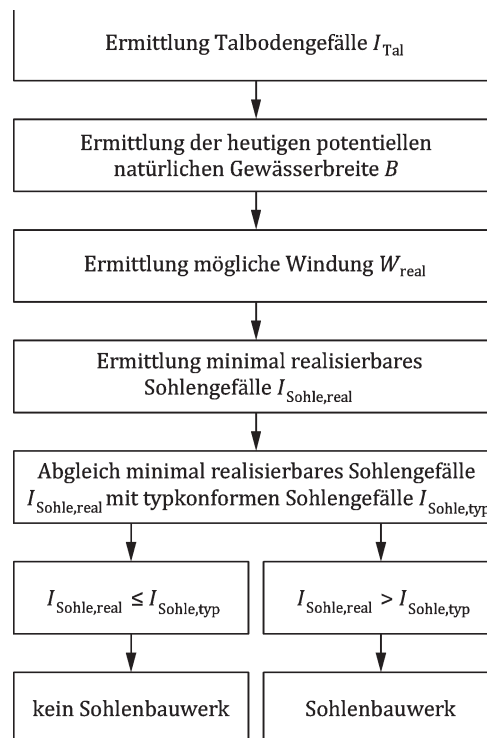


Bild 3 — Ablaufschema für die Erfordernisprüfung eines Sohlenbauwerks

4.2 Planerische Randbedingungen

Folgende Randbedingungen sind zu berücksichtigen:

— Hochwasser- und Niedrigwasserabflüsse:

Der Bemessungshochwasserabfluss muss für das Sohlenbauwerk schadlos abgeführt werden können.

Die für das Bauwerk relevanten Niedrig- und Hochwasserverhältnisse müssen in der Planung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Es ist wichtig, Einflüsse des Klimawandels bei der Ermittlung von Hochwasser- und Niedrigwasserabflüssen zu berücksichtigen, z. B. durch einen Klimawandelzuschlag oder -abschlag, (siehe LAWA [2017a]).

— Gewässerökologie und biologische Durchgängigkeit:

Die nach Wasserhaushaltsgesetz festgelegten Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer stellen bei der Planung oder Änderung von Sohlenbauwerken nicht nur wichtige, zu berücksichtigende Randbedingungen dar, sie können oftmals auch der Auslöser für die Planung sein. In diesem Zusammenhang können insbesondere die Durchgängigkeit sowie die Struktur des Gewässers durch Sohlenbauwerke relevant beeinflusst werden. Bei der Planung von Sohlenbauwerken sind deshalb diese Aspekte unter Berücksichtigung der gewässertypischen Besiedlung besonders zu beachten.

Es ist sicherzustellen, dass das Bauwerk die Anforderungen an die biologische Durchgängigkeit für die dem jeweiligen Fließgewässertyp entsprechenden Zielfischarten erfüllt. Dabei ist neben der Passierbarkeit auch die Auffindbarkeit sicherzustellen.

— Gewässermorphologische Verhältnisse und Sedimentdurchgängigkeit:

Das Sediment bzw. Geschiebe ist integraler Bestandteil eines Fließgewässers. Grundsätzlich ist ein dem natürlichen Fließgewässertyp entsprechender Sedimenttransport anzustreben. Sohlenbauwerke sollten daher auch bei sohlstabilisierender Funktion eine ausreichende Sedimentdurchgängigkeit und Fließgewässerdynamik zulassen.

— Grundwasser und Grundwasserflurabstand:

Die Auswirkungen möglicher Änderungen des Grundwasserflurabstandes auf die Umgebung sind zu berücksichtigen.

— Boden und Baugrund:

Für die Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Sohlenbauwerken sind die Boden- und Baugrundverhältnisse, insbesondere die Erosionsbeständigkeit und Filterstabilität, von wesentlicher Bedeutung. Die Mindestanforderungen an Art und Umfang geotechnischer Untersuchungen werden durch die Geotechnische Kategorie (siehe DIN EN 1997-2 und DIN 4020) des Bauvorhabens bestimmt.

— Naturschutzfachliche Rahmenbedingungen:

Naturschutzfachliche Rahmenbedingungen (z. B. Schutzgebiete, Biotope, Vorkommen besonderer Arten) sind bei der Planung von Sohlenbauwerken zu berücksichtigen. Eine frühzeitige Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden ist erforderlich.

— Einbindung in die Umgebung:

Auf eine ansprechende Einbindung des Sohlenbauwerks in das Landschafts- bzw. Stadtbild ist zu achten. Nach Möglichkeit sollten sich die Ausbildung des Bauwerks sowie die verwendeten Baustoffe am vorhandenen Naturraum und Gewässertyp orientieren.

— Denkmalschutz:

Denkmalschutzbelange können grundlegende Auswirkungen auf die Planung von Sohlenbauwerken haben. Es empfiehlt sich eine frühzeitige Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden.

— Brücken, Leitungstrassen, Einmündungen, sonstige Bauwerke:

Brücken, Leitungen, Einmündungen sowie sonstige Bauwerke am Gewässer (z. B. Düker) können je nach Größe und Funktion wesentliche Restriktionen für die Planung von Sohlenbauwerken darstellen. Die Planung ist auf den Bauwerksbestand abzustimmen.

— Möglichkeiten für Instandhaltungen:

Bereits bei der Planung von Sohlenbauwerken ist, je nach Größe und Funktion des Bauwerks, auf eine dauerhafte Zufahrtsmöglichkeit, auch nach Baufertigstellung, zu achten, um notwendige Instandhaltungen sicherstellen zu können.

— Sonstige Gewässernutzungen:

Neben den genannten Randbedingungen sind die am Gewässer vorhandenen Nutzungen (z. B. Wassersport, Freizeit und Erholung) bei der Planung des Bauwerks möglichst zu berücksichtigen. So kann z. B. auch die Bootspassierbarkeit bei der konstruktiven Ausgestaltung des Sohlenbauwerks zu beachten sein.

5 Hydraulische Bemessung

5.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt dargestellten Bemessungsansätze beziehen sich auf die hydraulischen Grundlagen der jeweiligen Sohlenbauwerke. Sohlenbauwerke werden heutzutage als Neubauten in der Regel zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit errichtet, so dass zusätzliche, der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) dienliche Komponenten zu berücksichtigen sind. Diese sind biologische Komponenten, hydromorphologische Komponenten als auch chemisch-physikalische Komponenten. Die in diesem Dokument aufgeführten Bemessungsansätze betrachten nur die grundlegenden hydraulischen Aspekte, so dass weiterführende Betrachtungen hinsichtlich z. B. der Fischpassierbarkeit auf Basis der in der Praxis anerkannten Richtlinien und Merkblätter anzustellen sind.

5.2 Ermittlung des zulässigen Sohlengefälles der Gewässerplanungsstrecke

5.2.1 Ermittlung der maßgeblichen Bemessungsgrößen

Maßgebliche Bemessungsgrößen für die Gewässerplanungsstrecke (z. B. Abflüsse, Geschwindigkeiten) können ermittelt werden durch:

- a) Beobachtungen und Messungen in der Natur und deren Auswertungen;
- b) hydraulische Berechnungen.

Ein Aspekt der Planung ist es, das Gewässer typenkonform zu entwickeln (siehe 4.1).

Ggf. kann auch ein statisches morphodynamisches Gleichgewicht angestrebt werden. Ein vereinfachter Bemessungsansatz ist in Anhang B enthalten.

5.2.2 Hydraulik auf der Gewässerplanungsstrecke

Auf der Gewässerplanungsstrecke können unter bestimmten Umständen gleichförmige Fließzustände auftreten. Das Gefälle (typkonform oder statisches Gleichgewicht, $I_a = I_{zul}$) kann für einen stationär gleichförmigen Fließzustand u. a. mit dem Geschwindigkeitsansatz nach Manning-Strickler ermittelt werden:

$$v = k_{St} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (1)$$

Dabei ist

v die zulässige mittlere Geschwindigkeit (m/s);

k_{St} der Rauheitsbeiwert ($m^{1/3}/s$);

R hydraulischer Radius (m); entspricht A/U

I das zulässige Sohlengefälle (m/m);

A der durchflossene Querschnitt (m^2);

U der benetzte Umfang (m).

Es ist zu beachten, dass in der Regel im Gewässer ein ungleichförmiger Abfluss erfolgt. Bei Bedarf empfiehlt sich hier der Einsatz numerischer Strömungsmodelle.

5.3 Hydraulik von Rampen

5.3.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Hydraulik von Rampen sind grundsätzlich drei Bauformen zu unterscheiden (siehe Bild 4):

- a) Raue Rampe;
- b) Störsteinrampe;
- c) Beckenrampe.

Die hydraulischen Bauformen können bei unterschiedlichen Bautypen Anwendung finden (z. B. gewässerbreite Rampen, Teilrampen, Umgehungsgerinne, usw.).

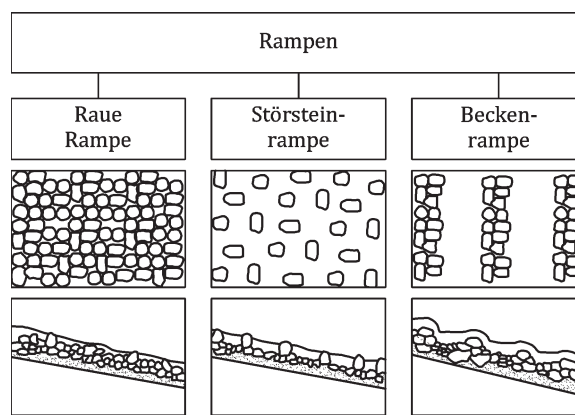


Bild 4 — Einteilung von Rampen in hydraulische Bauformen

Bei definierten Abflusszuständen können empirische Ansätze Anwendung finden, die in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden.

5.3.2 Hydraulische Berechnung von Rauen Rampen

In der Regel werden Rampen in Form von Störsteinrampen oder Beckenrampen errichtet und nur in Ausnahmefällen ohne Einbauten als Raue Rampe, da hier eine Fischpassierbarkeit schwerer zu erreichen ist. Daher wird in B.2 nur informativ die Berechnung von Rampen ohne Einbauten aufgeführt.

5.3.3 Hydraulische Berechnung von Störsteinrampen

Rampen mit Störsteinen (Störsteinrampen) weisen zusätzlich zur rauen Rampe ohne Einbauten gesetzte Störsteine auf, die in einem zuvor definierten Raster angeordnet werden. Das Raster bestimmt sich über die hydraulische Berechnung und beinhaltet Abstände der Störsteine längs sowie quer zur Hauptfließrichtung. Die Störsteine erzeugen ein abwechslungsreiches Strömungsbild sowie einen zusätzlichen Fließwiderstand, der zu geringeren Fließgeschwindigkeiten bzw. zu höheren Wassertiefen führt, siehe Bild 5.